

Еще раз о F23 nw

Заметка эта родилась после изучения интересной статьи **Виктора Олейника UA4PJT** «Антенна Diamond F-23 за один час». Антенна относится к категории коллинеарных антенн - 3 по $5/8 \lambda$.

Антенна, описанная автором, была заложена в программу ММАНА. Составленная модель, в максимальной степени отвечает указанным в статье размерам. Полотно антенны из алюминиевого провода АПВ6 – диаметр 2.6 мм (изоляция снята), расчетные величины индуктивностей составили 0,59 и 0,72 микрогенри, аппроксимация элементов соединений полотна антенны с фазосдвигающими катушками представлена цилиндром диаметром 8 мм и длиной 25 мм. Разъем – CP75.

H145GP-UA4PJT (по описанию .doc)

*

145.0

Wires

17

0.0,	0.0,	0.0,	0.433013,	0.0,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	-0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.01,	0.005,	-1
0.0,	0.0,	0.01,	0.0,	0.0,	0.03,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.03,	0.0,	0.0,	0.045,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.045,	0.0,	0.0,	1.35,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	1.35,	0.0,	0.0,	1.375,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	1.47,	0.0,	0.0,	2.72,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	2.815,	0.0,	0.0,	2.84,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.84,	0.0,	0.0,	4.045,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	0.01,	0.01,	0.0,	0.02,	0.0025,	-1
0.01,	0.0,	0.02,	0.0,	0.0,	0.03,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	1.375,	0.0,	0.0,	1.445,	0.0045,	-1
0.0,	0.0,	1.445,	0.0,	0.0,	1.47,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.72,	0.0,	0.0,	2.745,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.745,	0.0,	0.0,	2.815,	0.0045,	-1

*** Source ***

1, 1

w12c, 0.0, 1.0

*** Load ***

5, 1

w5c, 0, 0.17144, 0.0, 100.0

w6c, 0, 0.03, 0.0, 100.0

w13c, 0, 0.0, 4.279, 0.0

w8c, 0, 0.59, 0.0, 100.0

w10c, 0, 0.72, 0.0, 100.0

*** Segmentation ***

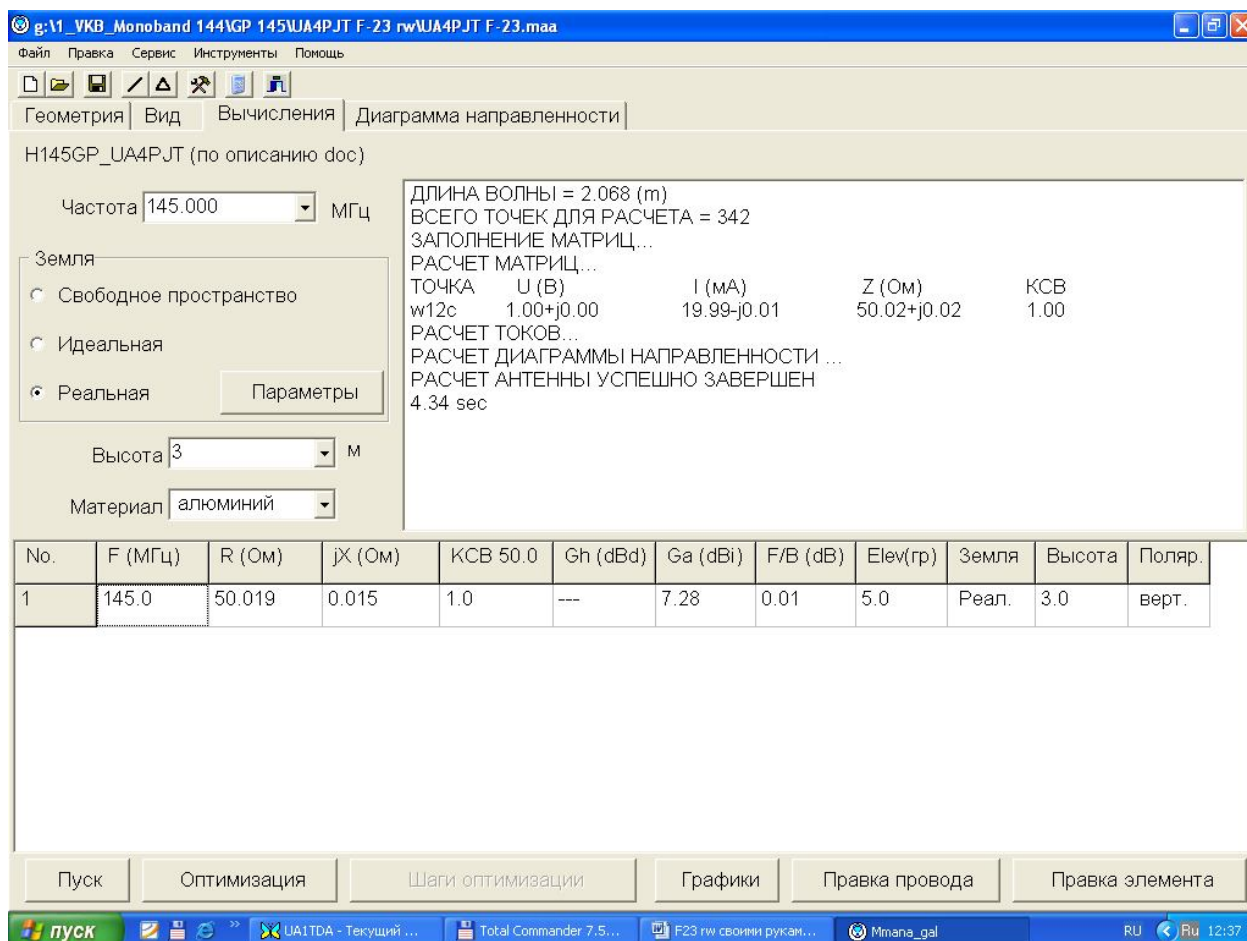
800, 80, 2.0, 4

*** G/H/M/R/AzEl/X ***

2, 3.0, 3, 50.0, 120, 60, 0.0

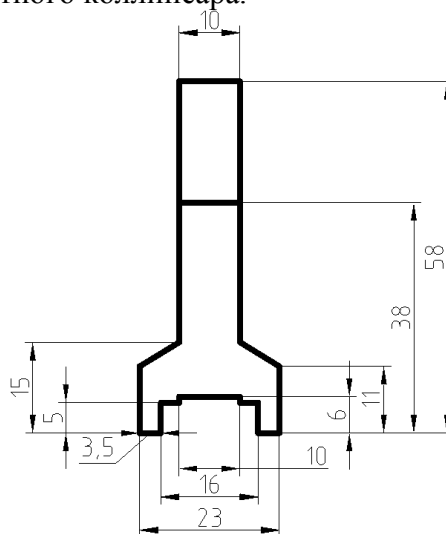
Comment

Результаты расчетов приведены ниже.

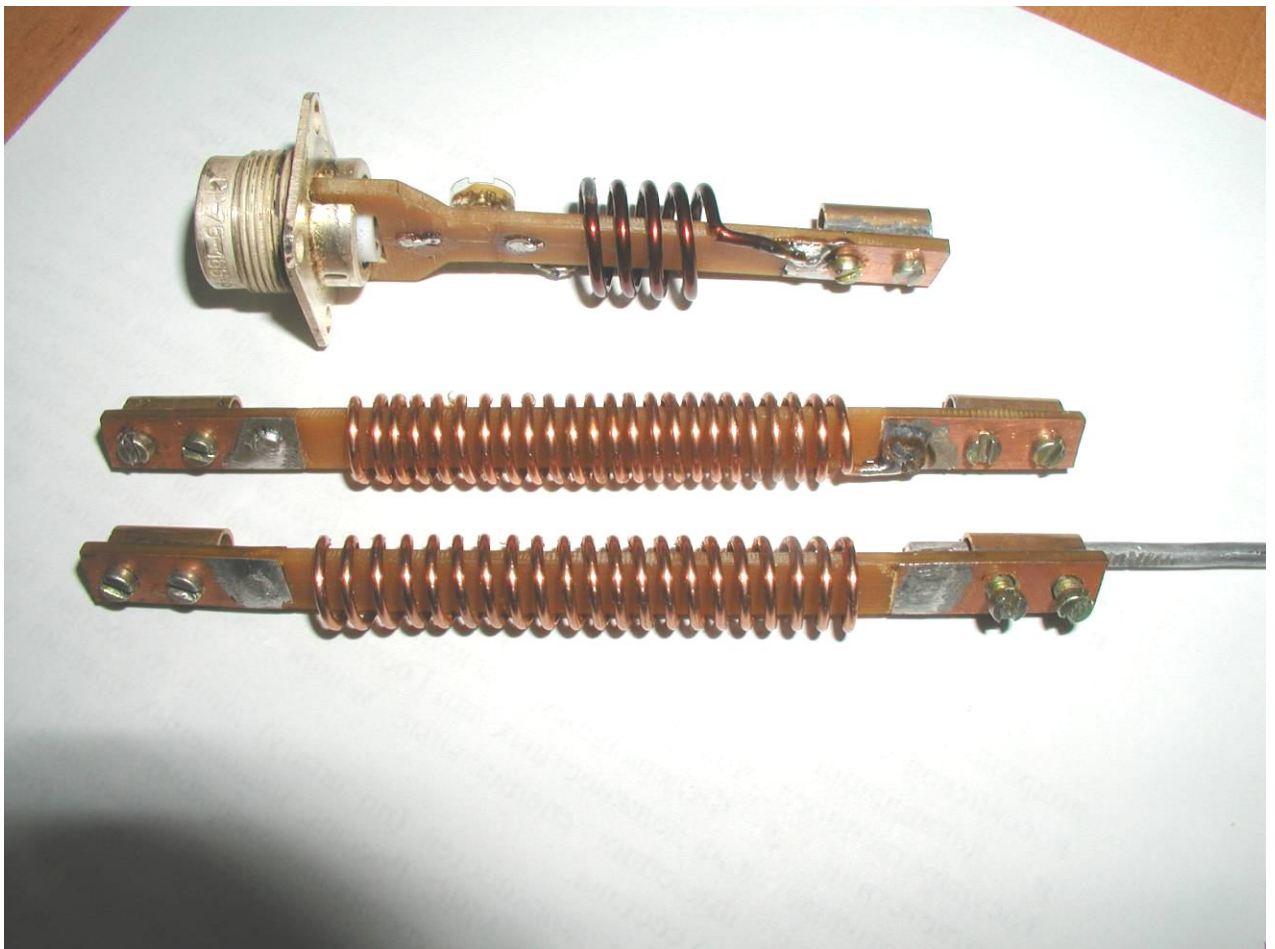


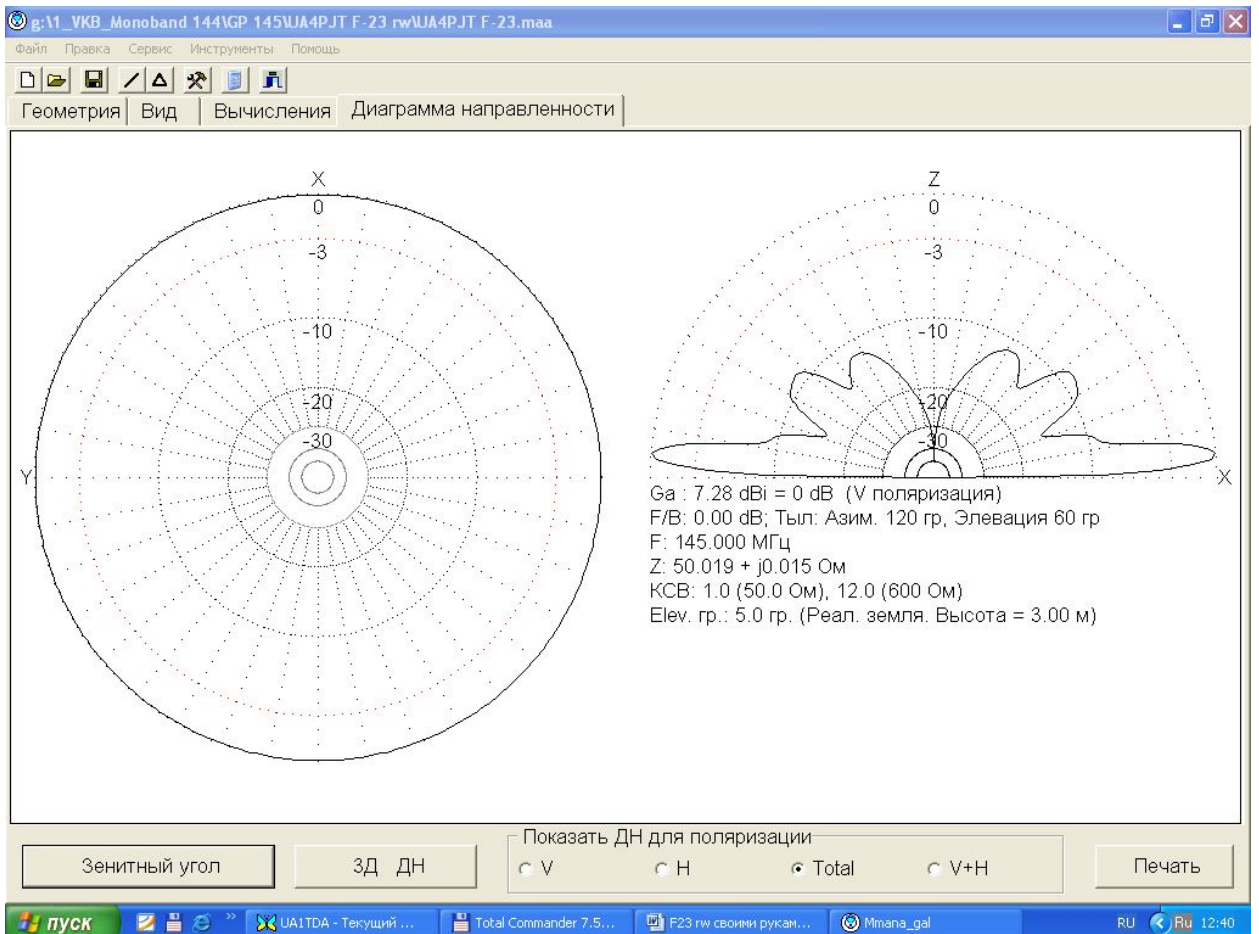
Из расчета и приведенных диаграмм направленности видно, что антенна обладает достаточно высокими параметрами. Мне удалось выполнить ее в металле. Результаты работы весьма обнадеживающие.

Нижняя фазосдвигающая индуктивность (в точке питания) установлена на оправке из двустороннего стеклотекстолита, толщиной 2 мм. С конца пластинки на расстоянии 20 мм оставлена фольга, к которой припаяна латунная клемма, в которую вставлено и зажато нижнее полотно 3-х элементного коллинеара.

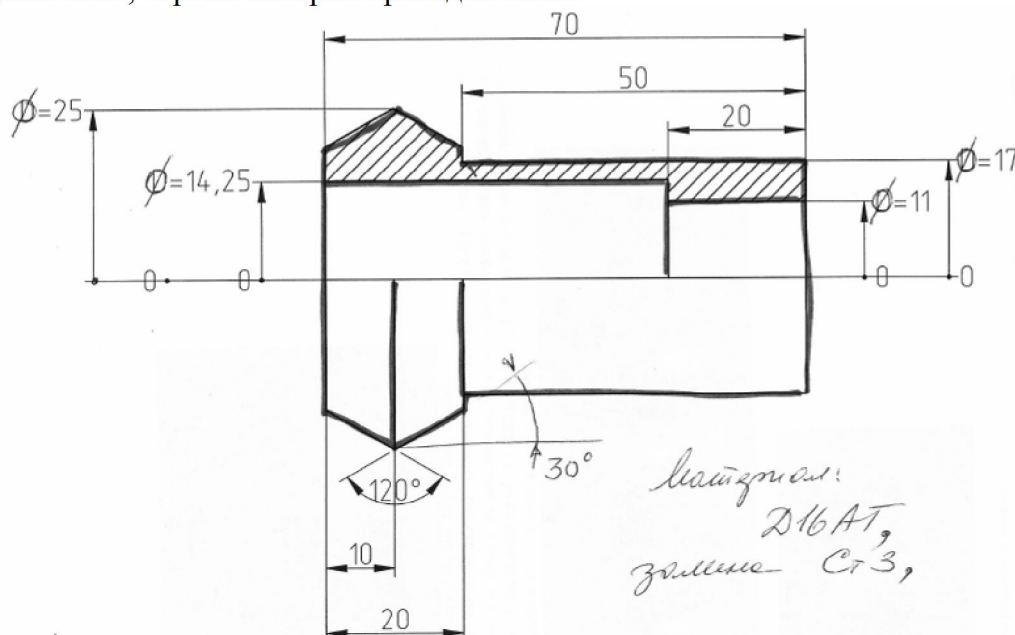


С обоих концов пластинки длиной 120 мм, шириной 8 мм и толщиной 2 мм из двустороннего стеклотекстолита оставлена фольга на расстоянии 25 мм от краев с двух сторон. На среднюю часть пластины надета катушка индуктивности с числом витков и размерами, указанными в статье Виктора Олейника. Латунные клеммы используются для соединения с полотнами антенны.





Комель удилища посажен в отверстие стальной втулки диаметром 28,5 мм на эпоксидный клей, чертеж которой приведен ниже.



Полностью собранное и разложенное на столе полотно антенны помещено во внутрь недорогого удилища из стеклопластика, длиной 5м.

Втулка вставлена в отрезок стальной трубы подходящего диаметра, длиной четверть волны (примерно 50 см), и закреплена через отверстие сбоку одним М5 винтом. Внутри трубы проходит кабель питания антенны.

В просверленные под углом в 30 градусов отверстия с нарезанной резьбой М4 вкручены 3 противовеса из алюминиевого прутка диаметром 5 мм, длиной 50 см каждый. Расположение противовесов под углом не позволяет расположиться на них птицам и изменить, таким образом, геометрию антенны.

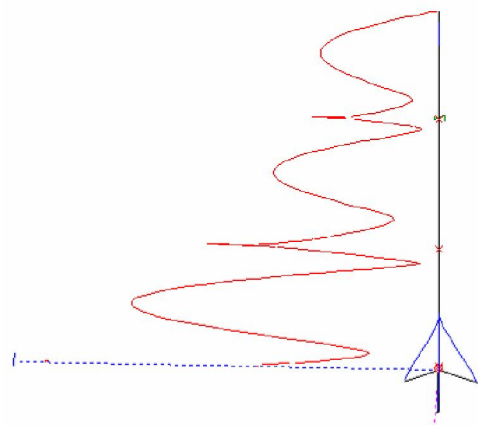
Собранная и установленная на трубостойке антенна приведена на фото ниже.



Поднять антенну выше, на крышу пятиэтажного дома, не позволили местные условия, однако при мощности передатчика в 300 милливатт была проведена связь на расстояние порядка 65 км, что дает право утверждать о приемлемых характеристиках антенны.

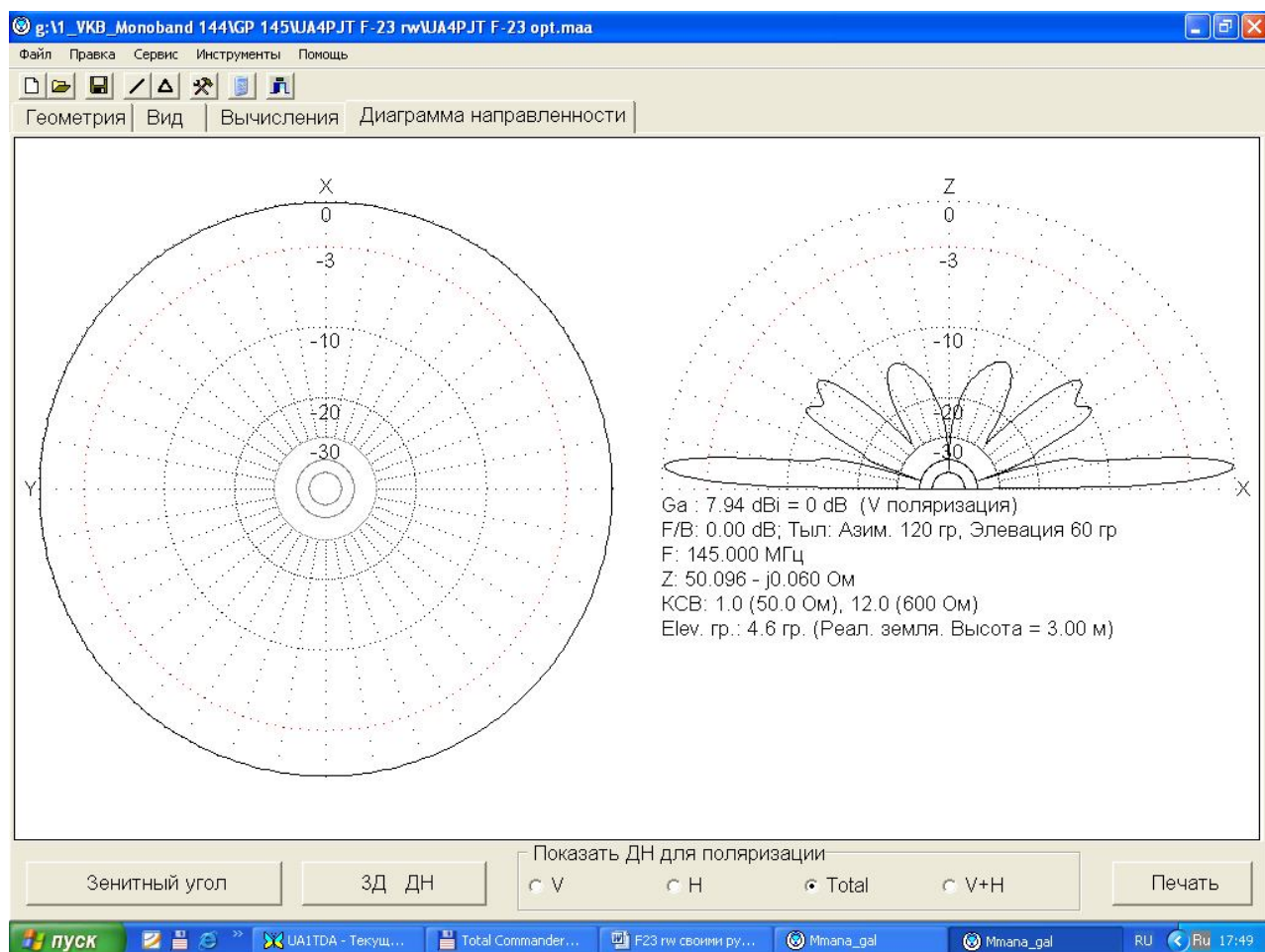
Исследование модели антенны в программе ММАНА позволило выявить существенные резервы, реализация которых позволит поднять энергетический потенциал радиостанции.

Прежде всего, при анализе распределения токов в антенне можно сделать вывод, что основной вклад в излучение вносит нижний элемент 3-х элементного коллинеара.



Приведенный график распределения токов в элементах антенны говорит о том, что в нижнем элементе ток в более чем в 2 раза превышает значение в других полотнах. Это говорит о фазовой нестыковке этажей коллинеарной антенны. Привести антенну к равенству токов в элементах – это задача добиться максимально возможного результата при данном конструктивном решении.

Решить задачу оптимизации можно, тщательно подобрав величины фазосдвигающих индуктивностей коллинеара. В результате оптимизации получено существенно большее значение усиления. Существенно выровнялось распределение токов. Улучшилась диаграмма направленности в вертикальной плоскости.



Появление «провалов» при угле места примерно в 20 градусов говорит о фазовой оптимизации. Этот момент можно использовать при практической настройке и экспериментальном достижении максимальных параметров коллинеарной антенны.

Как видно оптимизация позволила поднять коэффициент усиления антенны на 0,6 дБ без изменения геометрических размеров, что уже весьма неплохо. Привожу файл ММАНА оптимизированного варианта антенны.

H145GP_UA4PJT (по описанию, оптимизированная .doc)

*

145.0

Wires

17

0.0,	0.0,	0.0,	0.433013,	0.0,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	-0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.01,	0.005,	-1
0.0,	0.0,	0.01,	0.0,	0.0,	0.03,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.03,	0.0,	0.0,	0.045,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.045,	0.0,	0.0,	1.35,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	1.35,	0.0,	0.0,	1.375,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	1.47,	0.0,	0.0,	2.72,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	2.815,	0.0,	0.0,	2.84,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.84,	0.0,	0.0,	4.045,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	0.01,	0.01,	0.0,	0.02,	0.0025,	-1
0.01,	0.0,	0.02,	0.0,	0.0,	0.03,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	1.375,	0.0,	0.0,	1.445,	0.0045,	-1
0.0,	0.0,	1.445,	0.0,	0.0,	1.47,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.72,	0.0,	0.0,	2.745,	0.004,	-1
0.0,	0.0,	2.745,	0.0,	0.0,	2.815,	0.0045,	-1

*** Source ***

1, 1

w12c, 0.0, 1.0

*** Load ***

5, 1

w5c, 0, 0.1822, 0.0, 100.0

w6c, 0, 0.03, 0.0, 100.0

w13c, 0, 0.0, 5.218, 0.0

w8c, 0, 0.44, 0.0, 100.0

w10c, 0, 0.64, 0.0, 100.0

*** Segmentation ***

800, 80, 2.0, 4

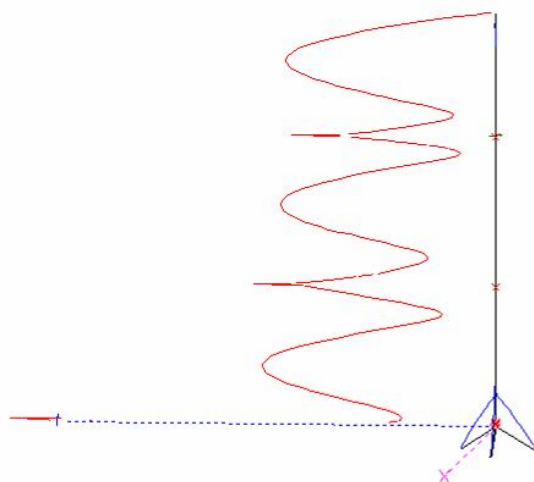
*** G/H/M/R/AzEl/X ***

2, 3.0, 3, 50.0, 120, 60, 0.0

Comment

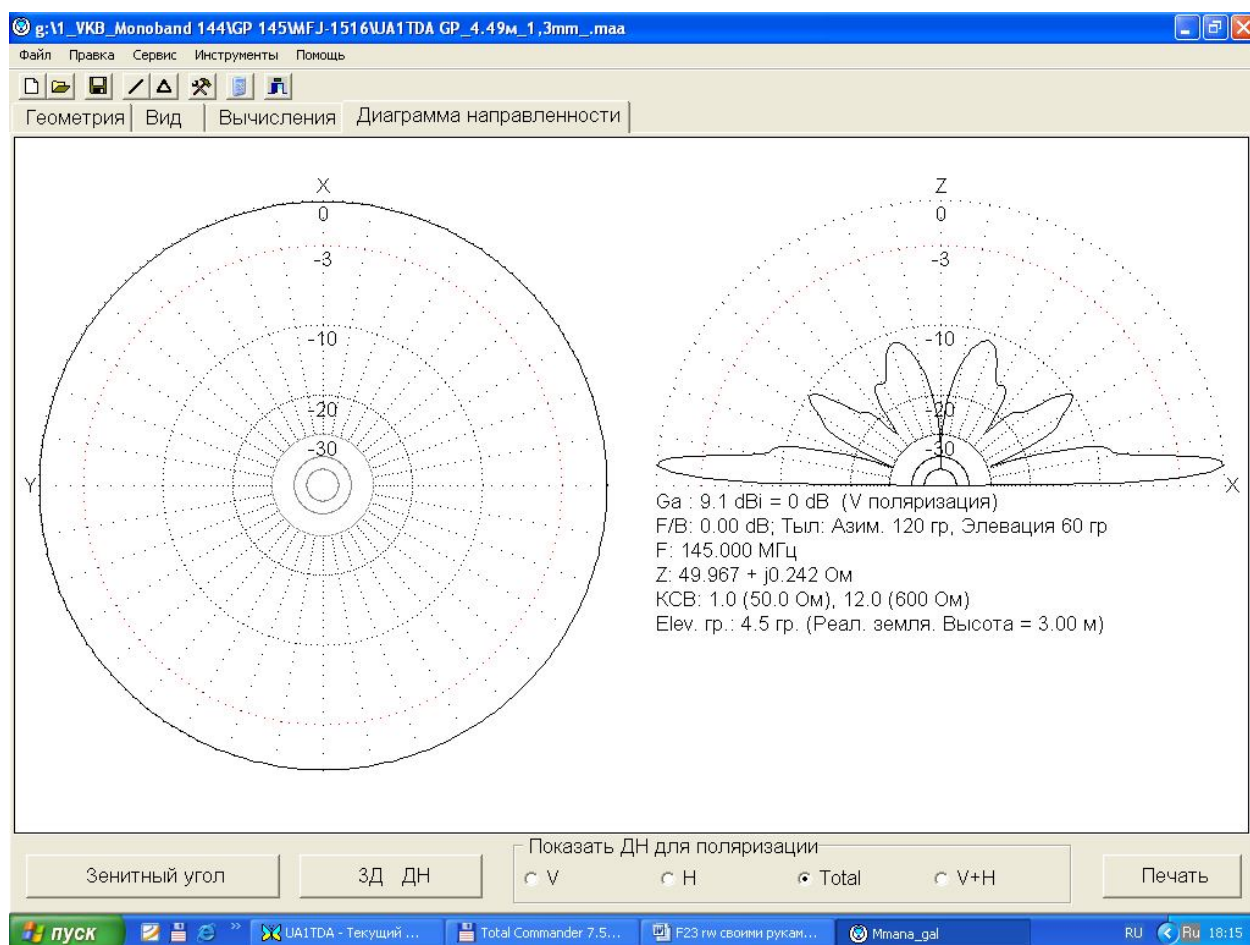
Видно, что изменились индуктивности фазосдвигающих катушек при неизменных геометрических размерах полотен.

Распределение токов в полотнах антенны видно из рисунка:

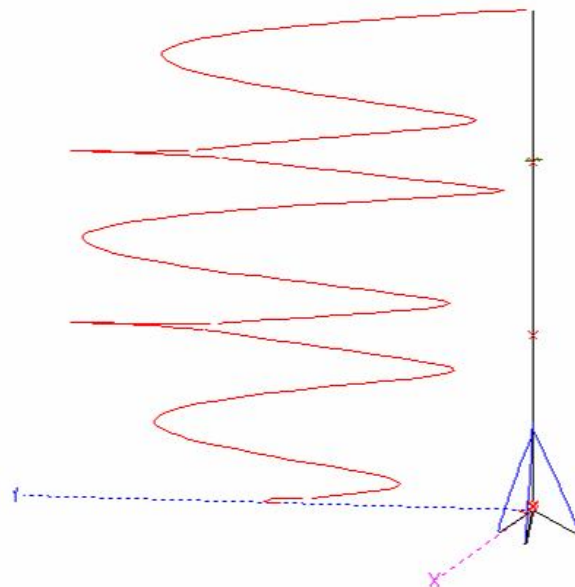


Логичен вопрос: можно ли достичь еще большего результата и где предел, но не конструктивный - он определяется из условий ветровой нагрузки и предела прочности применяемых материалов, а теоретически возможный из физики работы коллинеарной антенны?

Вот пример 3-х элементной коллинеарной антенны других размеров, обладающей существенно лучшими параметрами:



Видно, что усиление этой антенны - 9,1 дБ, в сравнении с F23 – 7.28 дБ это существенно лучше; несколько уменьшен угол места максимального излучения. Распределение токов в антенне также достаточно равномерно:



Файл ММАНА выглядит следующим образом:

H145GP_ UA1TDA

*

145.0

Wires

14

0.0,	0.0,	0.0,	0.433013,	0.0,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	-0.216506,	-0.375,	-0.25,	0.0025,	-1
0.0,	0.0,	-0.06,	0.0,	0.0,	0.0,	0.0225,	-1
0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.0,	0.01,	0.0225,	-1
0.0,	0.0,	0.03,	0.01,	0.0,	0.03,	0.0013,	-1
0.01,	0.0,	0.03,	0.0,	0.0,	0.01,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	0.01,	0.0,	0.0,	0.03,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.03,	0.0,	0.0,	0.05,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	0.05,	0.0,	0.0,	1.538,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	1.538,	0.0,	0.0,	1.598,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	1.598,	0.0,	0.0,	3.101,	0.0013,	-1
0.0,	0.0,	3.101,	0.0,	0.0,	3.161,	0.0055,	-1
0.0,	0.0,	3.161,	0.0,	0.0,	4.5,	0.0013,	-1

*** Source ***

1, 1

w7c, 0.0, 1.0

*** Load ***

5, 1

w6c, 0, 0.0, 5.63, 0.0

w8c, 0, 0.142, 0.0, 150.0

w9c, 0, 0.039, 0.0, 150.0

w11c, 0, 0.42, 0.0, 150.0

w13c, 0, 0.41, 0.0, 150.0

*** Segmentation ***

800, 80, 2.0, 4

*** G/H/M/R/AzEI/X ***

2, 3.0, 3, 50.0, 120, 60, 0.0

Comment

Антенна была изготовлена и в течении года стояла на ограждении балкона (выше не поднималась), нареканий на ее работу не было.

Постараюсь пояснить, какого же максимально возможного результата можно достичь, увеличивая число этажей коллинеарной антенны.

Допустим, что фаза тока в точке питания равна 0 градусов.

В верхней точке первого этажа набег фазы тока с учетом влияния фазосдвигающих элементов (катушки и полотна) должен быть в идеале 360 градусов или нуль, и в этом случае число этажей коллинеарной антенны может быть неограниченно.

Однако влияние входного сопротивления и индуктивности следующего этажа вносит погрешность, и в результате относительная начальная фаза в точке питания второго этажа (и следующих этажей) составляет от 15 до 30 градусов (по моим расчетам). По этой причине влияние следующего этажа на общий коэффициент усиления антенны пропорционально проекции вектора тока на ось усиления, т.е. косинусу фазового набегу. Влияние 3 этажа уже равно косинусу 60 градусов (в худшем случае). Что касается следующего 4 этажа, то его воздействие на общий коэффициент усиления может быть равным нулю, либо весьма незначительно.

Поэтому оптимальной является антенна с числом этажей 3. Для получения более высокого результата в цепь прохождения тока необходимо вносить реактивность противоположного знака – емкость, возвращая начальную фазу тока к исходному значению в точке питания очередного этажа.

Максимально достижимый коэффициент усиления 3-х этажной коллинеарной антенны до 10 дБ.

Кроме того, на диаграмме направленности видно, что существуют боковые лепестки при углах места 35 и 70 градусов. Наличие их приводит к увеличению коэффициента шума при приеме, что для диапазона 2 метра очень и очень существенно. Можно сказать, что шумовая характеристика рассмотренной 3-х элементной коллинеарной антенны достаточно высокая. Требуется антенна с низким уровнем боковых лепестков. Для реализации этой задачи необходим иной подход к разработке антенны, но эта задача уже выходит за рамки рассматриваемого вопроса.

Трезоров Юрий ua1tda@mail.ru